

广东云浮硫铁矿大降坪矿区地球物理特征及其铅锌矿找矿远景分析

雷启东

(广东省地质局第五地质大队,广东 肇庆 526000)

摘要: 广东省云浮硫铁矿属华南型块状硫化物矿床,为大型—超大型硫化物矿床,但其底部普遍存在的铅锌矿化层位未进行系统的地质勘查工作。本文在收集云浮硫铁矿大降坪矿区已有地质勘探资料的基础上,重点对 F_1 断裂和 723 倒转背斜构造附近的地球物理异常特征进行解释推断,认为 F_1 断裂异常带是寻找构造蚀变岩型铅锌矿的重要部位,723 倒转背斜轴部异常地段是寻找层间破碎带中的铅锌矿的有利部位。

关键词: 铅锌矿;地球物理特征;找矿前景;云浮硫铁矿大降坪矿区

中图分类号: P618

文献标识码: A

文章编号: 2096-2339(2024)06-0006-05

DOI:10.19534/j.cnki.zyxygc.2024.06.027

Geophysical characteristics and prospecting prospect analysis of Pb-Zn ore in Dajiangping mining area of Yunfu pyrite deposit in Guangdong Province

LEI Qidong

(The Fifth Geological Brigade of Guangdong Geological Bureau, Zhaoqing 526000, Guangdong, China)

Abstract: The Yunfu pyrite deposit in Guangdong belongs to the South China type massive sulfide deposit, which is a large-superlarge sulfide deposit, but no systematic geological exploration work has been carried out for the Pb-Zn mineralization layer at the bottom of the deposit. On the basis of collecting the existing geological exploration data in Dajiangping mining area of Yunfu pyrite, this paper mainly interprets and deduces the geophysical anomaly features near F_1 fault and 723 overturned anticline structure. It is believed that the F_1 Fault anomaly zone is an important site for searching for tectonically altered rock-type Pb-Zn deposits, and the anomalous section of the axial parts of the 723 overturned anticline are favorable sites for searching for Pb-Zn deposits in the interlayer fracture zones.

Key words: Pb-Zn ore; geophysical characteristics; prospecting prospects; Dajiangping mining area of Yunfu pyrite

云浮硫铁矿作为云浮市的典型矿山,是我国少有的大型—超大型黄铁矿床,前人已做了大量的研究工作,但以往的地质工作主要侧重于该硫铁矿的勘查评价及蚀变岩型多金属矿评价,对硫铁矿底下普遍存在的铅锌多金属矿并没有进行过系统的地质勘查工作。经查阅云浮硫铁矿大降坪矿区已有的地质、地球物理等勘探资料,硫铁矿层底部普遍存在铅锌矿化层位。本文根据以往地质资料,分析了云浮硫铁矿大降坪矿区的地球物理特征,评估大降坪矿区硫铁矿底部铅锌矿的找矿前景。

1 区域地质概况

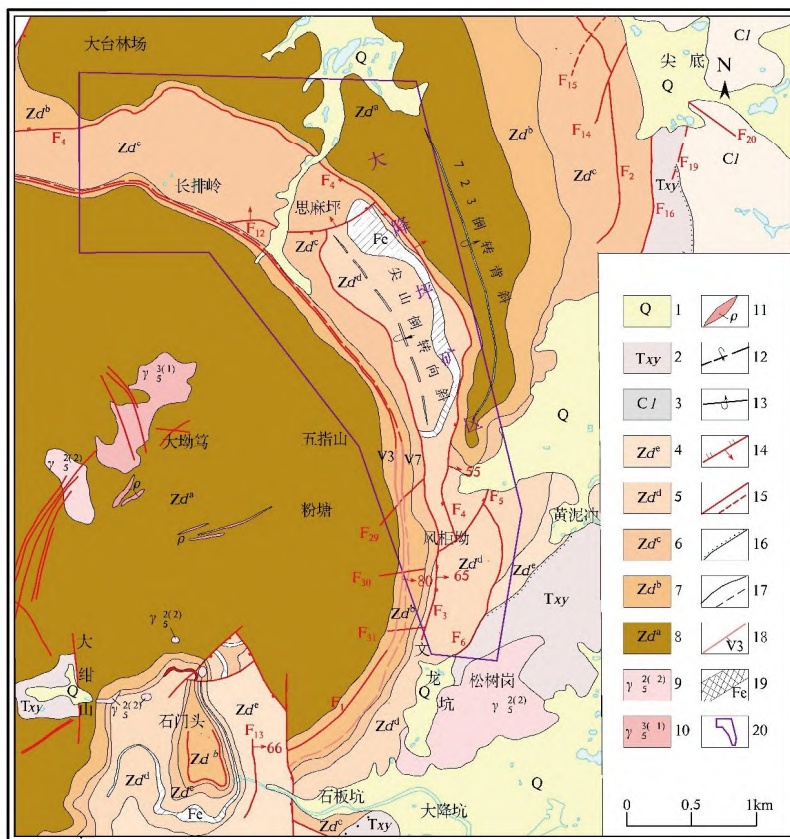
云浮硫铁矿大降坪矿区位于华南(后加里东)准地台粤桂晚古生代隆起,罗定凹陷北东侧,广宁

凸起南西缘,吴川—四会深断裂带中段西侧,处于粤西—桂东南 Sn-Au-Ag-Cu-Pb-Zn-Fe-Mo-W 成矿带(Ⅲ级)中段,见图 1。

1.1 地层

矿区出露地层主要为震旦纪大绀山组,其次为石炭纪连县组、三叠纪小云雾山组及第四纪。其中震旦纪大绀山组与成矿关系最为密切,以富含灰黑色条带状云母千枚岩夹火山岩、火山碎屑岩、沉凝灰岩、黄铁矿层、泥灰岩和硅质岩为特征,是典型的喷气沉积建造。区内分布有喷气沉积型的特大型云浮硫铁矿床,工作发现黄铁矿层底板的黑色岩系及底部的 b 段为铅、锌、锡、金等金属矿的含矿层位^[1-2]。

作者简介: 雷启东(1987—),男,广东乐昌人,本科,工程师,主要从事地质矿产勘查工作。



1—第四纪;2—三叠纪小云雾山组;3—石炭纪连县组;4—震旦纪大绀山组 e 段;5—震旦纪大绀山组 d 段;6—震旦纪大绀山组 c 段;
7—震旦纪大绀山组 b 段;8—震旦纪大绀山组 a 段;9—燕山二期;10—燕山四期;11—伟晶岩脉 12—倒转向斜;13—倒转背斜;
14—正断层;15—实测、推测性质不明断层;16—不整合界线;17—实测、推测地质界线;18—铅锌矿化体及编号;
19—黄铁矿层;20—矿区范围/工作区范围

图 1 云浮硫铁矿区域地质图

1.2 岩浆岩

区内出露的侵入岩主要有燕山二、四期花岗岩呈零散的小岩体以及不同时期的岩脉。

松树岗岩体:为燕山二期中细粒二长花岗岩、细粒(钾长)花岗岩($\gamma^{5^{2(2)}}$),主要分布于勘查区南部的民隆坑一带,与 Pb、Zn、W、Sn、Mo、Bi 矿化关系密切。

大坳岩体:为燕山四期细粒花岗岩($\gamma^{5^{3(1)}}$),主要分布于勘查区西侧的外围。

岩脉:主要有花岗岩脉(γ)、花岗斑岩脉($\gamma\pi$)、伟晶岩脉(ρ)和石英脉(q)。

1.3 构造

矿区位于吴川—四会断裂中段北西侧,粤西大绀山旋转构造的东缘,矿区构造活动频繁。区内与 Pb、Zn 多金属矿床相关的构造形迹有近 SN 向的 723 倒转背斜以及异常发育的海西—印支期的 SN 向弧形断裂及晚期近 EW 向断裂。区内有近似于顺层产出的大降坪弧形断裂带及后期近东西向

规模较小的硅化破碎带^[3]。

1) 褶皱构造。

尖山倒转向斜:轴向自南往北由 SN 向逐渐转为 NW 向,核部地层为震旦纪大绀山组 d 段,两侧依次为大绀山组 c 段、b 段和 a 段,呈箱状产出,表现为两翼地层产状刚好相反,倾角较陡,转折端较平坦宽阔。

723 倒转倾伏背斜:核部地层为大绀山组 a 段,两翼依次为大绀山组 b 段、c 段、d 段和 e 段,背斜轴向近南北向,自南向北由 NNE 逐渐转为 SN 至 NNW。向西倒转后,向南倾伏,其西翼岩层倾向变为东,倾角为 $50^\circ \sim 60^\circ$,东翼岩层倾向东,倾角约 50° ,背斜两侧大绀山组 b 段在地表 L18 线附近相连,向南呈倾伏封闭,倾伏角较小,为 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。723 倒转背斜在形成过程中产生了相应的层间破碎带。

2) 断裂构造。

区内主要的断裂构造为近似于顺层产出的大降坪弧形断裂带及晚期近东西向规模较小的硅化破碎带。

大降坪弧形断裂带:南起石板坑,经尖山,北至长排岭,长度大于 5 km,由向北东突出的多条弧形断层(F_1 、 F_2 、 F_4 、 F_6 等)组成,断裂构造具有多期性和继承性的特点。其中位于尖山向斜轴部略偏西侧的 F_1 上冲逆断裂与 Au、Ag、Pb、Zn、Sn 等多金属矿化关系密切,断裂主要发育于大绀山组 b 段与大绀山组 c 段之间,断层面上可见陡倾角擦痕及镜面,断层两侧地层揉皱等构造运动强烈而产生破碎,破碎带中构造角砾岩及糜棱岩发育,且有大量网状石英充填,并伴随有硅化蚀变,破碎带宽 1~20 m 不等,断层两侧常派生出大量平行小断层及分枝断层^[3-4],是构造蚀变岩型铅锌矿 V3、V7 号矿体的控矿构造。研究表明大降坪弧形断裂带早期产于海西—印支期,燕山中晚期仍有进一步的复活。

晚期近东西向断裂: F_{29} 平移断层位于云浮硫铁矿采场 322 平台的牛尾坑坑口一带,切割 F_1 断裂,呈北东向舒缓波状延伸,由多期次的多条断层组成,断裂主要出露构造角砾岩、碎裂岩等,目前控制长度大于 400 m,宽度大于 30 m,总体产状 $140^\circ \sim 145^\circ \angle 40^\circ \sim 45^\circ$, F_{29} 与 F_1 的交会处是区内铅锌矿主要分布地段; F_{30} 断层位于风柜坳南西侧一带,切割 F_1 断裂,断裂带呈北东向舒缓波状延伸,由多条断层组成,断层主要出露构造角砾岩、碎裂岩等,目前控制长度大于 30 m,仅见其中的一条裂隙,宽度 20 cm,总体产状 $350^\circ \angle 45^\circ \sim 65^\circ$ 。

2 地球物理特征分析

2.1 物性测定

2012 年开展的“广东省云浮市大降坪铅锌金矿接替资源勘查”项目,广东省地质局地球物理探矿大队按不同岩性采集岩石标本进行物性测定,为异常解释推断提供物性依据。本区共采集各类岩石标本

98 块,统计结果见表 1。由表 1 可见:围岩(石英岩、灰岩、二云母片岩)的平均电阻率均大于 $500 \Omega \cdot \text{m}$,而贫黄铁矿的平均电阻率为 $109.0 \Omega \cdot \text{m}$,富黄铁矿的平均电阻率为 $4.5 \Omega \cdot \text{m}$,可见黄铁矿与围岩的电阻率差异明显,尤其是富黄铁矿;从各围岩地层的电阻率变化范围来看,最小电阻率差异不明显,不能根据电阻率来划分地层。

根据标本测定结果,贫黄铁矿的平均电阻率为 $109.0 \Omega \cdot \text{m}$,富黄铁矿的平均电阻率为 $4.5 \Omega \cdot \text{m}$;根据 L16 线试验结果,炭质、黄铁矿化地层均能引起低阻异常,位于硫铁矿体下面的磁黄铁矿、铅锌矿异常与硫铁矿异常不能有效区分;根据 L34 线钻孔成果,绿泥石化地层也能引起低阻异常。因此,将黄铁矿化、磁黄铁矿化、绿泥石化、铅锌矿化和含炭质的地层引起的异常统一划为由赋矿地层引起。

表 1 岩(矿)石物性测定结果统计表

岩(矿)石名称	地层名称	样本数	电阻率 $\rho_s/(\Omega \cdot \text{m})$		备注
			变化范围	几何平均值	
花岗岩	$\gamma 5^{2(2)}$	12	180.0~3247.0	1201.0	—
石英岩	Zd^b	11	599.0~2150.0	1409.0	—
结晶灰岩	Zd^c	5	762.0~5587.0	3208.0	—
泥质结晶灰岩	Zd^d	11	265.0~1705.0	716.0	—
二云母片岩	Zd^e	10	302.0~717.0	513.0	—
贫黄铁矿	Zd^f	31	1.8~436.0	109.0	—
富黄铁矿	Zd^f	18	0.8~15.0	4.5	其中 4 个样本位于 Zd^e 地层

2.2 异常的识别

以 L16 线剖面为例:AMT-9 异常推断为主要赋矿地层引起,规模大,呈厚层状向东倾;AMT-4 和 AMT-5 异常推断的构造蚀变岩型铅锌矿脉异常特征表现为局部低(中)阻,呈椭圆状分布,异常规模不大,具线状异常特征;赋矿层位为大绀山组 a 段或 b 段,构造上主要位于 F_1 断裂带的西面,见表 2。

表 2 L16 线剖面铅锌矿推断成果表

异常编号	异常位置(具体见图 2)	异常特征	推断结果
AMT-9	位于测点 4640—5380 处,平面上位于大绀山组 b 段、c 段和 d 段上,在 5 060 点附近为硫铁矿采场	表现为低电阻特征, $\rho_s \leq 15 \Omega \cdot \text{m}$, AMT-9-1 与 AMT-9-2 异常为 F_3 断裂错开, AMT-9-2 异常呈厚层状向东倾,已知黄铁矿和 V2 铅锌矿体位于异常内	为主要赋矿地层引起
AMT-4	位于测点 4500—4580 处,异常中心高程 460 m,平面上位于大绀山组 a 段	呈椭圆状分布,其周围为高阻,地面有铅元素异常,异常东侧的 ZK1601' 显示有黄铁矿化	为寻找构造蚀变岩型铅锌矿化体有利部位,不排除是黄铁矿化引起
AMT-5	位于测点 4580—4640 处,异常中心高程 350 m,平面上位于大绀山组 a 段	呈椭圆状,与 AMT-4 异常和 AMT-9-1 异常呈串珠状分布。AMT-5 异常对应 V3-1 和 V3 铅锌矿脉, V3-1 矿脉厚 1.52 m, V3 矿脉厚 2.03 m	应该与 V3-1 和 V3 铅锌矿脉有关

如图 2 所示,在 F_1 断裂的西面也有规模较小的局部低(中)阻异常,往往与其下方(或附近)的低阻异常有连通的趋势,且相邻测线异常形态相同,线性异常特征明显,平面上处于大绀山组 a 段

或 b 段中,地面上有土壤异常对应,说明这类异常通常是对寻找构造蚀变岩型铅锌矿化有利地带,是重点关注对象。

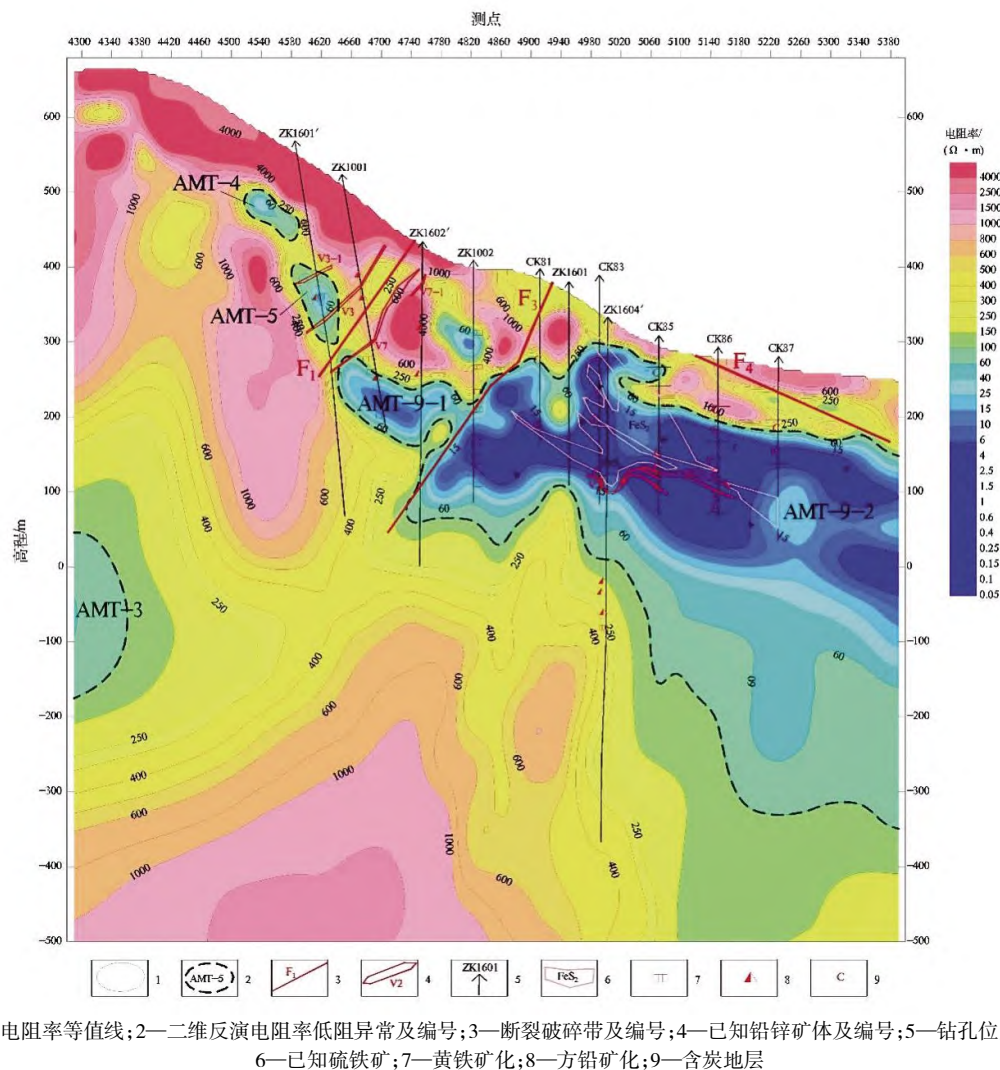


图 2 L16 线二维反演电阻率断面图

2.3 对构造蚀变岩型铅锌矿带的异常圈定

根据各剖面上的异常解释推断结果,结合地质资料,本区圈定出 4 条明显的线性低阻异常带,解释为寻找构造蚀变岩型铅锌矿较有利地带,见图 3。

2 号异常带:由 L4 线 AMT-2、L6 线 AMT-2 和 L8 线 AMT-2 异常组成,位于 L4 线 4100 点到 L8 线 4180 点之间,处于大降坪弧形断裂带的西侧,走向与 F1 断裂基本相同,附近地面有铅元素异常,且走向相同。2 号带长约 600 m,宽 40~80 m,中心深度高程为 400~520 m。从 L4 线 AMT-2、L6 线 AMT-2 的异常特征来看,2 号带具有构造蚀变异常特征,结合地质、化探资料推断 2 号带为寻找构造蚀变岩型铅锌矿化有利地带,由北(L4 线)往南(L8 线)倾伏。

4 号异常带:由 L10、L12、L16、L20、L24 和 L28 线的 AMT-4 异常组成,位于 L10 线 4440 点、L16 线

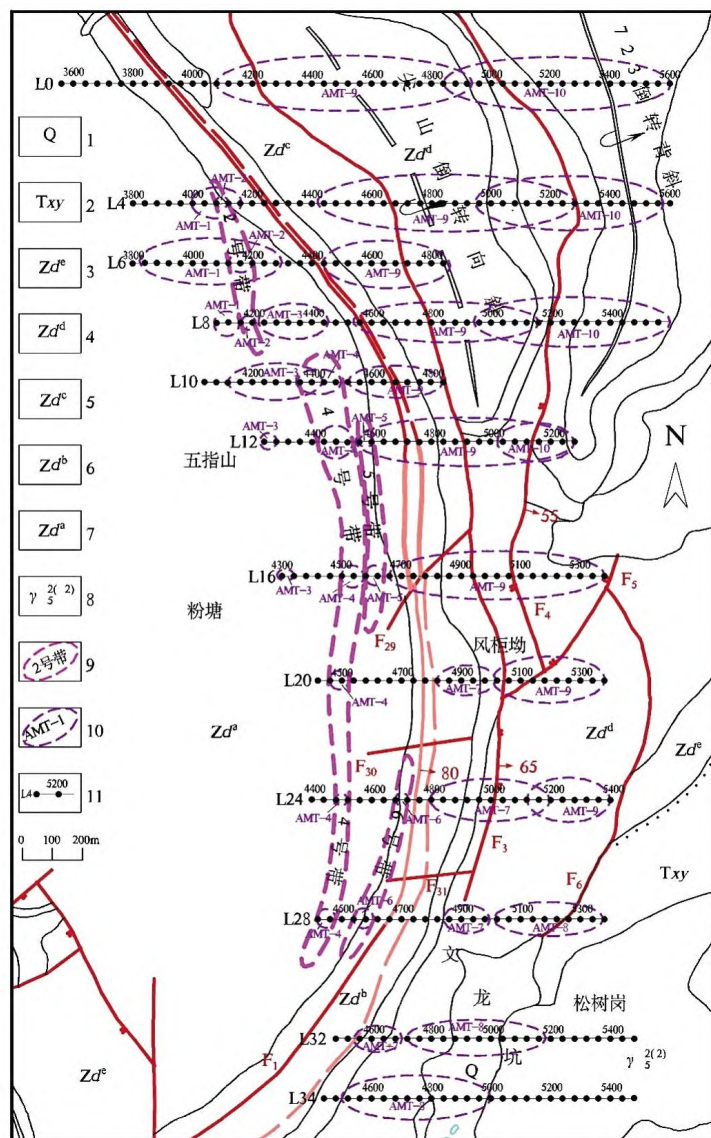
4540 点、L20 线 4500 点和 L28 线 4460 点之间,处于大降坪弧形断裂带的西侧,走向与 F1 断裂相同,附近地面有铅元素异常,且走向相同。4 号带长约 2 200 m,宽 40~100 m,中心深度高程在 200~450 m 之间。从 L12、L16、L24 和 L28 线的异常特征来看,4 号带具有构造蚀变异常特征,结合地质、化探资料推断 4 号异常带为寻找构造蚀变岩型铅锌矿化有利地带,由北(L12 线)往南(L28 线)倾伏。

5 号异常带:由 L12、L16 线的 AMT-5 异常组成,位于 L12 线 4580 点与 L16 线 4620 点之间,处于 4 号带的东侧,大降坪弧形断裂带的西侧,走向与 F1 断裂相同,附近地面有铅元素异常,且走向相同。5 号带长约 700 m,宽 40~60 m,中心深度高程在 350~450 m 之间。从异常特征来看,5 号带具有构造蚀变异常特征,L16 线 AMT-5 异常对应已有已知的 V3 和 V3-1 铅锌矿化体,结合地质、化探资料推断 5 号异常带为寻找构造蚀变岩型铅锌矿化有

利地带,由北(L10 线)往南(L16 线)倾伏。

6 号异常带:由 L24 线、L28 线的 AMT-6 异常组成,位于 L24 线 4700 点与 L28 线 4580 点之间,处于大绀山组 a 段和 b 段的接触界线上,也位于大降坪弧形断裂带的西侧,走向与 F_1 断裂相同,附

近地面有铅元素异常,且走向相同。6 号异常带长约 600 m,宽 40~60 m,中心深度高程约 200 m。从 L24 线的异常特征来看,6 号带具有构造蚀变异常特征,结合地质、化探资料推断 6 号异常带为寻找构造蚀变岩型铅锌矿化有利地带。



1—第四纪;2—三叠纪小云雾山组;3—震旦纪大绀山组 e 段;4—震旦纪大绀山组 d 段;5—震旦纪大绀山组 c 段;6—震旦纪大绀山组 b 段;7—震旦纪大绀山组 a 段;8—燕山二期;9—异常带及编号;10—CSAMT 异常及编号;11—CSAMT 测线测点编号及位置

图 3 线性低阻异常带图

3 找矿远景分析

F_1 断裂带右(东)侧为大片的低阻异常区,根据地质资料, F_1 断裂带为硫铁矿床的西部边界,所以认为右(东)侧低阻异常区是寻找硫铁矿的重要区域。 F_1 断裂带左(西)侧高阻异常区中有局部低阻异常,根据地质资料推断,局部低阻异常反映了 F_1 断裂带两侧派生的一系列平行小断层及分枝断

层,是寻找构造蚀变岩型铅锌矿的重要区域。 F_1 断裂带是构造蚀变岩型铅锌矿 V3、V7 号矿体的控矿构造,所以 F_1 断裂带本身也是寻找构造蚀变岩型铅锌矿的重要部位。

723 倒转背斜在形成过程中产生了相应的层间破碎带,区内 V2 铅锌矿体赋存于硫铁矿层底部的层间破碎带中。对应的低阻异常在深部仍很明

(下转第 15 页)

面 (+24.8 m), 矿体基本可通过地形条件自然排水。区内主要含水层为碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水岩组与碳酸盐岩夹碎屑岩类裂隙岩溶水含水岩组, 富水性中等—强, 补给条件好, 构造破碎带发育。采矿场充水来源为大气降水、地下水侧向补给, 预测未来矿坑涌水量较大。

综上, 确定本矿床水文地质条件为中等。

4.2 工程地质条件

矿区地层岩性较复杂, 地质构造较复杂。岩溶作用弱—中等, 遇顺向坡、断层、构造破碎带、岩溶、裂隙发育、软弱结构面地段等不利结构面组合地段易发生矿山工程地质问题。应注意其对采场生产安全的威胁, 必要时采取处理措施。

综上, 确定本矿床工程地质条件为中等。

4.3 环境地质条件

调查遗留采矿宕口发现有采场积水、崩塌等不良环境地质问题, 采矿过程中无废水排放, 无地热及放射性影响, 有一定的大气、噪声污染^[10]。开采过程中遇顺向坡、断层、构造破碎带、岩溶、裂隙发育、软弱结构面地段等不利结构面组合地段可能会发生崩塌垮落, 可溶岩段边坡有遭受溶洞突泥、突水灾害的可能。在开采的过程中, 要注意矿山堆土场在不良天气时有可能出现小面积的滑坡或崩塌等现象。

综上, 确定本矿床环境地质条件为中等。

5 结论

1) 矿区出露有志留系、泥盆系、石炭系、二叠系地层, 区内断裂构造发育, 以北东向和北西向断层组为主, 北东向中与控矿关系密切的为 F_2 、 F_3 、 F_6

断层, 北西向中与控矿关系密切的为 F_5 、 F_7 断层。

2) 矿区圈定建筑用砂岩矿体 2 个 (编号为 S-I、S-II), 赋矿层位基本为泥盆系五通组 (D_{3w}) 砂岩地层; 建筑石料用灰岩矿体 2 个 (编号为 H-I、H-II), 赋存于二叠系下统栖霞组 (P_{1q}) 灰岩地层。

3) 综合确定安徽省怀宁县腊树镇建筑用砂岩矿、建筑石料用灰岩矿床属复杂程度中等类型矿床 (II-4 型)。

参考文献:

- [1] 山东非金属矿的特点及种类[J]. 山东国土资源, 2005, 21(1): 48.
- [2] 程永萍. 山西省非金属矿产种类及其开发利用前景[J]. 华北自然资源, 2020(4): 54-55.
- [3] 陈正国, 于海军, 李朝灿, 等. 我国非金属矿产分类探讨[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2019(2): 1-5.
- [4] 陈军元, 从相军, 颜玲亚, 等. 我国非金属矿产资源现状及勘查技术特点[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2023(1): 1-5.
- [5] 苏 麒. 县域小型非金属矿产供需分析与划区研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2017.
- [6] 王琼杰. 把非金属矿工业打造成重要支柱产业[N]. 中国矿业报, 2022-01-10(001).
- [7] 李晓亚. 安徽化工灰岩矿床地质特征及找矿方向[J]. 化工矿产地质, 2024, 46(1): 7-13.
- [8] 李旭成, 冼道学, 李言复, 等. 贺州寨脚洞矿区饰面用砂岩矿地质特征及开发利用[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2022(5): 26-28.
- [9] 中华人民共和国自然资源部. 矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类: DZ/T 0213-2020[S]. 2020.
- [10] 张 静. 安徽省怀宁县雷埠乡某废弃矿山边坡地质环境治理研究[J]. 资源信息与工程, 2022, 37(5): 76-78.

(上接第 10 页)

显, 异常范围在轴部变大, 倒转背斜的轴部是找矿的有利部位。分析认为, 轴部异常除了是硫铁矿、岩石破碎引起外, 还有可能与层间破碎带中的铅锌矿体有关。因此, 倒转背斜轴部异常地段是寻找层间破碎带中的铅锌矿的有利部位。

4 结论

本文通过研究矿区已有的地球物理、地质勘探等资料, 圈出并推断 4 条异常带为寻找构造蚀变岩型铅锌矿化有利地带。对 F_1 断裂破碎带的异常进行了解释推断, 认为 F_1 断裂异常带本身也是寻找构造蚀变岩型铅锌矿的重要部位, 同时对 723

倒转背斜构造的异常进行了解释推断, 认为 723 倒转背斜轴部异常地段是寻找层间破碎带中的铅锌矿的有利部位。研究结果对该矿区后续铅锌矿的找矿工作具有指导意义。

参考文献:

- [1] 冯 婷. 广东省云浮大降坪黄铁矿区铅锌银多金属矿体地质特征[J]. 华南地质与矿产, 2010(1): 26-29.
- [2] 吴善益. 广东云浮尖底矿区金矿找矿前景分析[J]. 矿业工程, 2014(5): 1-3.
- [3] 刘培松. 云浮硫铁矿矿床地质特征及找矿实践[J]. 现代矿业, 2015(1): 100-103.
- [4] 韦龙云. 广东省云浮市大降坪黄铁矿区地质特征及成矿规律探讨[J]. 中国金属通报, 2023(7): 65-67.